



## Pemodelan sebaran ketebalan batubara dan sumberdaya batubara pada Tambang SBJ di PT. Bukit Asam Tanjung Enim, Sumatera Selatan

SILVIE FARAHDILA DAN BUDHI SETIAWAN\*

Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan 30862, Indonesia

<p><b>Kata kunci:</b> batubara, ketebalan, pemodelan, sumberdaya batubara</p>	<p><b>ABSTRAK:</b> Perhitungan sumberdaya batubara diperlukan untuk memperoleh kelayakan ekonomi dan juga digunakan dalam perencanaan tambang yang efektif dan efisien. Perhitungan sumberdaya tersebut berdasarkan SNI 5015 – 2011 dengan mempertimbangkan kondisi geologi seperti aspek tektonik, proses sedimentasi, dan variasi kualitas yang dievaluasi dari sebaran ketebalan lapisan batubara. Studi ini dilakukan pada Tambang SBJ PT Batubara Bukit Asam Tbk yang dimulai dengan pengumpulan data lapangan dari measuring section dan <i>well-logging</i>. Tahapan selanjutnya adalah pemodelan ketebalan dengan inversi distance weighting serta estimasi sumberdaya dengan start model dan nearest neighbour point. Hasil pengamatan lapangan menunjukkan tidak ditemukan struktur geologi yang dibuktikan dengan ketebalan rata-rata pada <i>well-logging seam</i> A1 dan A2 relatif seragam yaitu 8.24-11.68 m. Perhitungan estimasi sumberdaya dengan kondisi geologi sederhana pada seam A1 adalah 1.795.725,52 ton dan seam A2 adalah 8.173.539,78 ton sehingga total sumberdaya batubara pada lokasi Tambang SBJ adalah 9.969.265,3 ton.</p>
<p><b>Keywords:</b> coal, thickness, modeling, coal resources</p>	<p><b>ABSTRACT:</b> Calculating coal resources is necessary for economic feasibility and is also used in effective and efficient mine planning. These resources are calculated based on SNI 5015 – 2011 by considering geological conditions such as tectonic aspects, sedimentation processes, and quality variations evaluated from the distribution of coal seam thickness. This study was conducted at PT Batubara Bukit Asam Tbk's SBJ Mine, which began with field data collection from the measuring section and well-logging. The next stage is thickness modelling with distance weighting inversion and resource estimation with model start and nearest neighbour point. The field observations showed no geological structure, as evidenced by the average thickness in well-logging seams A1 and A2, which is relatively uniform, 8.24-11.68 m. The calculation of estimated resources with simple geological conditions in Seam A1 is 1,795,725.52 tons, and Seam A2 is 8,173,539.78 tons, so the total coal resources at the SBJ Mine site are 9,969,265.3 tons.</p>

### 1 PENDAHULUAN

Estimasi sumberdaya dilakukan berdasarkan karakter dan pembobotan yang berbeda seperti *Inverse Distance Weighting* (IDW), metode *Nearest Neighbour Point* (NNP) dan *Ordinary Kriging* (OK) yang menghasilkan estimasi besaran sumberdaya yang berbeda [1]. Metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) merupakan metode yang menggunakan jenis data yang berada di sekitarnya untuk memprediksi suatu data yang dicari. Setiap data berpengaruh terhadap hasil prediksi yang sesuai dengan bobotnya. Dengan bobot data yang diberikan oleh jarak lokasi yang dicari. Sedangkan metode *Nearest Neighbour Point* (NNP) merupakan metode poligon contoh terdekat, yaitu metode pengambilan nilai etimasi ter-

hadap titik berdasarkan pada pengaruh tiap titik mengikuti titik terdekat [2]. Estimasi sumberdaya dilakukan berdasarkan permodelan sumberdaya dengan batas topografi dan geologi. Tonase sumberdaya dihitung dengan perkalian antara volume blok dengan densitas [3].

Metode *well-logging* adalah metode yang paling tepat yang digunakan dalam mengukur ketebalan lapisan batubara, hal tersebut dikarenakan metode *well-logging* menghasilkan informasi yang diperlukan untuk mengetahui secara kuantitas batubara dalam setiap lapisan dalam situasi dan kondisi sesungguhnya [4;5]. Hasil perhitungan tersebut akan menjadi gambaran pasti dalam estimasi sumberdaya batubara. Dimana metode *well-logging* dalam eksplorasi batubara memberikan informasi mengetahui keteba-

\* Corresponding Author: email: [budhi.setiawan@unsri.ac.id](mailto:budhi.setiawan@unsri.ac.id)

lan lapisan yang lebih akurat [6]. Kombinasi log yang biasa digunakan dalam suatu eksplorasi batubara adalah *log gamma ray* dan *log density* dengan beberapa tambahan log lainnya seperti *log caliper* dan *log resistivity* [7]. Pada *well-logging* rekaman data yang dilakukan kontinu berdasarkan pengukuran pada dinding bor [8]. Sinar log gamma yaitu lapisan batubara yang bisa diketahui karena memiliki nilai *gamma* yang rendah dalam lapisan batuan [9]. Sedangkan metode *log* nilai berat jenis menunjukkan perbedaan pada porositas batubara bahkan porositas batuan penutup dapat terlihat dengan jelas dan terbaca [10].

Pemodelan geologi menggunakan metode stratmodel dan schema yang mana suatu set aturan-aturan yang digunakan stratmodel untuk membuat dan memeriksa suatu model. Data dari hasil pemboran menjadi model geologi ataupun desain tambang yang dapat digunakan untuk menghitung estimasi sumberdaya batubara menggunakan metode *polygon* dan lama dari kegiatan pertambangan. Setelah nilai ketebalan, maka dapat menghitung nilai luas dengan mengkorelasikan setiap penampang lubang bor, di mana kita mengetahui panjang bidang miring dan panjang permukaan datar [11].

Sumberdaya batubara (*coal resources*) adalah bagian dari batubara dalam bentuk dan kuantitas tertentu serta mempunyai prospek beralasan yang memungkinkan untuk ditambang secara ekonomis. Karakteristik geologi dan kemenerusan dari lapisan batubara yang telah diketahui, diperkirakan atau diinterpretasikan dari bukti geologi seperti kualitas dan kuantitas batubaranya. Oleh karena itu mengetahui estimasi sumberdaya batubara sangat penting dilakukan karena dapat mengetahui daerah tersebut untuk layak ditambang atau tidak [12].

## 2 METODE PENELITIAN

### Observasi Lapangan

Pada pengambilan data di lapangan menggunakan metode *measuring section* dimana mengambil ketebalan batubara *seam A1* dan *seam A2*, data kedudukan, data slope, dan aspek sedimentasi meliputi kesinambungan, ketebalan lapisan, dan percabangan batubara. Alat-alat yang dibutuhkan saat observasi lapangan yaitu kompas, palu geologi, meteran, papan, dan catatan. Data tersebut diolah dan digunakan untuk evaluasi kompleksitas geologi dengan parameter yang ada.

### Well-Logging

*Well-logging* adalah pengukuran pada sumur bor dan perekaman suatu batuan dan mengetahui sifat fisiknya suatu batuan dengan menggunakan interpretasi dari data log dan analisis batuan inti. *Logging* geofisika yang digunakan dalam eksplorasi batubara antara lain:

#### Log Gamma Ray

*Log Gamma Ray* adalah alat standar untuk mengukur jumlah radiasi pengion yang berasal dari bahan radioaktif digunakan dalam proses pengeboran dan lapisan batuan berikutnya [13].

#### Log Density

Pada prinsip kerja di *well-logging density log* menyinarakan sinar gamma yang berasal sinar *gamma* dari sumber radiasi juga menempatkan di dinding dalam lubang bor lalu di ambildetektornya akan meletakkan di atas radiasi utamanya [14].

### Ketebalan Batubara

Ketebalan batubara didapatkan dari hasil interpretasi *well-logging* antara *log gamma ray* dan *log density*. *SSD (Log Short Density)* digunakan untuk menemukan rongga, seperti di *roof* dan *floor*, sedangkan *log LDS (Log Long Density)* digunakan untuk membentuk kombinasi log yang dapat digunakan untuk mengukur ketebalan lapisan batubara. Dengan mempertimbangkan lokasi yang berdekatan, pendekatan *Inverse Distance Weighted (IDW)* menghasilkan peta distribusi ketebalan deterministik langsung. Menurut [15], parameter geometri lapisan batubara berdasarkan hubungan dengan dapatnya suatu lapisan batubara ditambang dan kestabilan lapisannya meliputi:

Sinar gamma =  $1/3$  panjang garis menuju lapisan yang berdensitas rendah

LSD =  $1/3$  panjang garis menuju lapisan yang mempunyai densitas rendah

SSD =  $1/2$  panjang garis defleksi.

Setelah didapatkan tebal lalu tebal akan dihitung ataupun dikoreksi menggunakan rumus. Rumus yang digunakan dalam mengoreksi tebal dan mendapatkan tebal sebenarnya adalah sebagai berikut:

$$T = w \cdot \sin(D + S) \quad (1)$$

T = Tebal Lapisan

D = *Dip* Lapisan

W = Tebal Terukur

S = Slope

Pengukuran tebal digunakan rumus tersebut dikarenakan lapisan batubara dengan dip berlawanan dengan slope sehingga  $dip > slope$ .

### Model Geologi

Pada pemodelan geologi dilakukan pengumpulan data dari interpretasi *well-logging*. Data yang dipakai dalam pemodelan di aplikasi ini yaitu data hasil dari pemboran lubang bor dengan format txt dan atau *autocad* dengan format dxf. Terdapat 4 input data yang diperlukan dalam pembuatan model 3D lapisan batubara yaitu data litologi, data survey, data kualitas dan data topografi permukaan. Data litologi didapatkan dari analisa *well-logging*, data survey adalah koordinat dari titik bor, data kualitas diambil dari *core* batubara dan data topografi permukaan hasil dari petakan atau lokasi penelitian yang diteliti. Awal pembuatan model geologi ini harus membuat skema yaitu kumpulan aturan yang digunakan oleh stratmodel untuk mengembangkan dan memvalidasi model, dan pendekatan Skema dan Stratmodel digunakan dalam pemodelan ini dengan data inti.

Pemodelan Batubara ini untuk mengetahui sebaran dari batubara lalu didapatkan hasil estimasi sumberdaya batubara menggunakan Metode *Nearest Neighbour Point* juga bisa dikatakan dengan metode *polygon* contohnya titik yang paling dekat, yang mana pada mengambil nilai estimasi sumberdaya batubara pada titik terdekat yang mana di dalam pengaruhnya titik titik ini menyertai titik paling yang berpengaruh seperti batas titik penelitian. Metode ini biasanya dilakukan untuk endapan sama dan juga memiliki geometri yang biasa [16].

### Sumberdaya Batubara

Sumberdaya batubara ini termasuk dalam tingkat kepercayaan geologi ke dalam kategori tereka, tertunjuk dan terukur [17], yaitu:

1. Sumberdaya Batubara Tereka (*Inferred Coal Resource*), jumlah kepercayaan yang rendah.
2. Sumberdaya Batubara Tertunjuk (*Indicated Coal Resource*), jumlah yang masuk akal.
3. Sumberdaya Batubara Terukur (*Measured Coal Resoured*), jumlah kepercayaan yang tinggi.

## 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada observasi lapangan dilakukan pengukuran tebal langsung ini didapatkan data dari lapangan yang dapat diukur langsung dengan metode *measuring section* dimana menentukan *roof* dan *floor* batubara tersebut. Pada lokasi tambang Pit SBJ terdapat 6 *seam* berupa *seam* A1, A2, B1, B2, C1, dan C2 tetapi

penelitian ini fokuskan pada *seam* A1 dan *seam* A2. Peta Lintasan lokasi pengamatan dapat dilihat pada Gambar 1.

Pengamatan data lapangan dilakukan pada 6 titik stop site meliputi plotting koordinat lokasi penelitian, 2 jenis litologi yaitu batubara dan batupasir tuffan. Hasil pengamatan menunjukkan adanya interburden atau lapisan pemisah antara batubara *seam* A1 dan *seam* A2 yaitu terdapat batupasir tuffan yang memiliki ukuran butir yang sangat kasar dan berwarna kream. Pada *seam* A1 terdapat 3 pita pengotor yaitu berupa batu lempung dan pada *seam* A2 tidak terdapat pita pengotor hanya hamparan batubara *seam* A2 saja dapat dilihat pada Tabel 1.

Tahapan selanjutnya adalah pengukuran tebal lapisan batubara, berdasarkan pengukuran kedudukan lapisan berupa strike dip dan slope singkapan. Hasil data tersebut dapat digunakan untuk mengetahui tebal sebenarnya atau tebal yang telah terkoreksi menggunakan dip lapisan. Berikut kenampakan lapangan yang diteliti dan diukur menggunakan metode *measuring section*:

Berdasarkan data lapangan dilakukan perhitungan tebal sebenarnya dengan menggunakan persamaan (1), dengan hasil perhitungan pada Tabel 2.

Selanjutnya Log Gamma Ray menggambarkan pola respons log terhadap suksesi ukuran butir sehingga dapat diidentifikasi tektonik dan stratigrafi dan daerah penelitian [18]. Pada penelitian *seam* batubara termasuk ke dalam anggota Formasi Muara Enim [19]. Menurut [20], Karakteristik log dari beberapa batuan, sebagai berikut:

- a. *Coal* yang memiliki *density* rendah dengan memiliki respons *gamma ray* sangat rendah
- b. *Claystone* yang memiliki *density* menengah dengan memiliki respons *gamma ray* menengah
- c. *Sandstone* yang memiliki *density* menengah sampai tinggi dengan memiliki respons *gamma ray* rendah

Korelasi *well-logging* batubara ini dilakukan pada 5 titik sumur bor yaitu (1) SF\_06 mencapai kedalaman 219.60 meter, (2) SF\_07 mencapai kedalaman 240.90 meter, (3) SF\_12 mencapai kedalaman 175 meter, (4) SF\_68 mencapai kedalaman 104.65, dan (5) SF\_74 mencapai kedalaman 173.20 meter. Korelasi *well-logging* batubara pada 5 titik sumur bordapat dilihat pada Gambar 3.

Setelah mendapatkan litologi, ketebalan, koordinat titik bor dilakukan pemodelan lapisan batubara ini menggunakan stratmodel untuk membuat dan

mengolah model tiga dimensi suatu endapan batubara. Data tersebut terbagi menjadi dua, yaitu data *survey* dan data *lithology*. Data *survey* berisikan nilai koordinat titik pengeboran seperti nilai X (*Easting*), Y (*Northing*), dan Z (*Elevation*), serta total kedalaman pengeboran. Adapun data *lithology* berisikan kedalaman top dan bottom batubara, *seam* batubara dan *lithology*.

#### Penyebaran dan Sumberdaya Seam A1

Pada batubara *seam* A1 terdapat pada 5 data bor dengan rata-rata ketebalan 8.24 meter. Berdasarkan pemodelan yang dibuat, *seam* A1 tersebar relatif pada Timur Laut daerah penelitian dengan arah penyebaran atau *strike* dari Barat Laut ke Tenggara (N 150° E) dan *dip* sebesar 15° ke arah Timur Laut.

*Seam* A1 memiliki sumberdaya batubara terukur 1.180.912,37 ton, tertunjuk 614.813,15 ton, dan tidak terdapat pada sumberdaya tereka karena batas kontur struktur yang kecil pada lokasi penambangan. Hasilnya, jumlah tonase total sumberdaya batubara *Seam* A1 sebesar 1.795.725,52 ton dan total luas area 53.44 ha.

#### Penyebaran dan Sumberdaya Seam A2

Pada batubara *seam* A2 terdapat pada 5 data bor dengan rata-rata ketebalan 11.68 meter. Berdasarkan pemodelan yang dibuat, *seam* A2 tersebar relatif pada Timur Laut daerah penelitian dengan arah penyebaran atau *strike* dari Barat Laut ke Tenggara (N 144° E) dan *dip* sebesar 15° ke arah Timur Laut.

*Seam* A2 memiliki sumberdaya batubara terukur 6.165.848,29 ton, tertunjuk 2.007.691,49 ton, dan tidak terdapat pada sumberdaya tereka karena batas kontur struktur yang kecil pada lokasi penambangan. Hasilnya, jumlah tonase total sumberdaya batubara *seam* A2 sebesar 8.173.539,78 ton dan total luas area 60.25 ha.

Berdasarkan korelasi data dari titik bor dilakukan rekonstruksi suatu 3D penyebaran *seam* batubara baik A1 maupun A2 serta mendapatkan nilai besaran batubara beserta luas area yang diperkirakan. Berikut kontur struktur yang didapatkan dari hasil pemodelan *seam* A1 dan *seam* A2.

Setelah dilakukannya pemodelan geologi bawah permukaan diperoleh hasil estimasi sumberdaya menggunakan metode *nearest neighbour point* (NNP) dipecah menjadi tiga kategori, tergantung pada tingkat kompleksitas geologis, sebagaimana dirinci dalam persyaratan pelaporan, sumberdaya, dan cadangan batubara [21]. Kondisi geologi pada lokasi penelitian termasuk kedalam kompleksitas yang sederhana di lihat dari batasan lokasi hanya 1x2 km,

juga tidak ditemukannya struktur. Variasi dari percabangan *seam* atau litologi lain tidak terdapat di lokasi, sehingga *seam* penelitian ini yaitu *seam* A1 dan *seam* A2 termasuk kedalam *seam* relatif seragam, hanya ada penebalan sedikit pada *seam* A2. Kesenambungan terkait ketebalan setiap *seam* juga masuk kedalam kategori sederhana dengan hampir merata hingga radius ribuan meter serta percabangan yang hampir tidak ada. Jarak titik informasi (m) untuk perkiraan sumberdaya batubara tereka dalam keadaan geologi sederhana  $1000 < x \leq 1500$ , tertunjuk  $500 < x \leq 1000$ , terukur  $X \leq 500$  [22]. (Tabel 3)

Selanjutnya setelah mendapatkan peta kontur struktur, berikut ini ketebalan pada *seam* A1 dan *seam* A2 pada lokasi penelitian:

#### Ketebalan Seam A1

Batubara pada *seam* A1 terdapat pada 5 titik pengeboran yang memiliki tebal *seam* yang berkisar antara 5.2 – 9.1 meter dan memiliki ketebalan rata – rata 8.24 meter (Tabel 4). Ketebalan *seam* A1 yang paling tipis yaitu ditemukan pada sumur SF\_74 dengan ketebalan 5.2 meter. Sedangkan, yang paling tebal ditemukan pada sumur SF\_12 dengan ketebalan 9.1 meter.

#### Ketebalan Seam A2

Batubara pada *seam* A2 terdapat pada 5 titik pengeboran yang memiliki tebal *seam* yang berkisar antara 9.3 – 13.2 meter dan memiliki ketebalan rata – rata 11.68 meter (Tabel 5). Ketebalan *seam* A2 yang paling tipis yaitu ditemukan pada sumur SF\_74 dengan ketebalan 9.3 meter. Sedangkan, yang paling tebal ditemukan pada sumur SF\_12 dengan ketebalan 13.2 meter.

Ketebalan *seam* batubara daerah penelitian yang merupakan hasil dari interpretasi *well-logging* digunakan untuk membuat peta sebaran ketebalan tiap *seam*. Peta tersebut dibuat berdasarkan data-data pengeboran yang telah didapatkan dan diolah menggunakan metode *inverse distance weighting* (IDW) dan hasil dari kontur struktur dari pemodelan geologi seperti pada Gambar 7.

Hasil dari estimasi sumberdaya terukur *seam* A1 dan A2 daerah penelitian sebesar 7.346.760,66 ton. Sumberdaya tertunjuk *seam* A1 dan A2 sebesar 2.622.504,64 ton. Tidak terdapat sumberdaya tereka *seam* A1 dan A2. Sehingga jumlah keseluruhan dari sumberdaya yang ada di daerah penelitian berjumlah 9.969.265,3 ton. (Tabel 6)

Nilai total dari keseluruhan sumberdaya yang telah diperhitungkan dari semua *seam* yang ada di

daerah penelitian ialah berjumlah 9.969.265,3 ton dan dengan luas area mencapai 113.69 hektar pada Tabel 7.

#### 4 KESIMPULAN

Perhitungan sumberdaya batubara berdasarkan kompleksitas geologi yaitu aspek tektonik, sedimentasi, dan variasi kualitas pada daerah penelitian termasuk ke dalam kondisi geologi sederhana. Hal ini dibuktikan tidak ditemukannya struktur geologi dan variasi dari percabangannya tidak ada, sehingga termasuk *seam* relative seragam dan hanya ada penebalan sedikit pada *seam* A2. Ketebalan lapisan batubara dari hasil pengukuran *measuring section* mendapatkan ketebalan batubara yang berbeda dengan ketebalan pada *well-logging* yaitu pada *seam* A1 9.5 m, dan *seam* A2 15.8 m yang disebabkan oleh kondisi lapangan pada *seam* A2 sudah digunakan sebagai jalan. Selanjutnya pada interpretasi *well-logging* yang dapat menggambarkan litologi dan tebal suatu lapisan berupa data log. Peta persebaran ketebalan batubara *well-logging* menggunakan metode IDW (*Inverse Distance Weighted*). Rata – rata ketebalan batubara di *well-logging* pada daerah penelitian yaitu, *seam* A1 memiliki ketebalan rata – rata 8.24 meter dan *seam* A2 memiliki ketebalan rata – rata 11.68 meter. Pemodelan Geologi menggunakan metode *core*, *schema* dan *stratmodel* dilakukan dari pemodelan 3D, menggunakan kontur struktur dan mencari nilai estimasi sumberdaya geologi menggunakan metode *nearest neighbour point* (polygon). Estimasi sumberdaya batubara *seam* A1 adalah 1.795.725,52 ton dan *seam* A2 adalah 8.173.539,78 ton. Total sumberdaya batubara secara keseluruhan adalah 9.969.265,3 ton.

#### REFERENSI

- [1] R. Galaxy, H. Purnomo, R. Prastowo and H. Siddiq, "Estimasi Sumberdaya Nikel Laterit Menggunakan Metode Inverse Distance Weighting Nearest Neighbour Point dan Ordinary Kriging Pada Blok X Kec Petasia Kab Morowali Utara Provinsi Sulawesi Tengah," in *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XVII Tahun 2022 (ReTII)*, Yogyakarta, 2022.
- [2] W. S. Bargawa and H. Purnomo, "Performance Evaluation of Ordinary Kriging and Inverse Distance Weighting Methods for Nickel Laterite Resources Estimation," in *International Conference on Science and Technology 2nd Geomaritime Symposium*, Yogyakarta, 2016.
- [3] S. W. Bargawa and F. R. Tobing, "Iron Ore Resource Modeling and Estimation Using Geostatistics," in *AIP Conference Proceeding 2245*, 2020.
- [4] D. Adrian, O. Dewanto and B. S. Mulyatno, "Identifikasi Dan Estimasi Sumber Daya Batubara Menggunakan Metode Poligon Berdasarkan Interpretasi Data Logging Pada Lapangan "ADA", Sumatera Selatan," in *Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 4/No. 1*, 2018.
- [5] M. I. Juradi, S. Widodo, Anshariah, A. Nawir, E. P. Umar, A. F. Heriansyah, A. A. Budiman, F. F and A. B. Thamsi, "Identifikasi Clay Bands Pada Endapan Batubara Berdasarkan Data Interpretasi Well Logging di Daerah Nunukan Provinsi Kalimantan Utara," in *Jurnal Geomine, Volume 9, Nomor 1 17-24*, 2021.
- [6] SNI 5015, "Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan Batubara," in *SNI 5015 BSN*, 2019.
- [7] F. Tirtadiwangsa and A. Widagdo, "Coal Resources Estimation Using the Polygon Method on Seam D Lahat Area, South Sumatera," in *JENERAL Jurnal Teknologi Sumberdaya Mineral Vol.3, No.1, 2022, p.11-17*, 2022.
- [8] A. P. Setiahadiwibowo, "Analisis Karakteristik Batubara Berdasarkan Rekaman Well Logging Di Daerah Kabupaten Katingan Kalimantan Tengah," in *KURVATEK Vol.1. No. 2 81-87*, 2016.
- [9] K. Ardi, A. P. Setiahadiwibowo and W. S. Giamboro, "Estimasi Sumberdaya Batubara Menggunakan Metode Nearest Neighbour Point, Inverse Distance Weighting, Dan Kriging Pada Daerah Muara Bungo, Sumatera Selatan," in *Jurnal Geocelebes Vol.3 No.2*, 2019.
- [10] U. Khasanah and D. Supriyanto, "Analisis Nilai Log Gamma Ray Dan Log Density Terhadap Variasi Kecepatan Perekaman Metode Well Logging "Robertson Geologging (RG)", in *Jurnal Geosains Kutai Basin Volume 2 Nomor 1*, 2019.
- [11] I. P. Putrawiyanta, Y. Taruna and A. A. Lauriandro, "Perhitungan sumberdaya batubara pada PT. Fontana Resources Indonesia, Kabupaten Barito Utara, Kalimantan Tengah," in *Angkasa Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi Vol. 15, No. 1*, 2023.
- [12] S. Buana, Nurhakim and R. N. Hakim, "Perhitungan Sumberdaya Batubara Menggunakan Metode Polygon Dan Metode Isoline Pada Wilayah IUPPT Usaha Baratama Jesindo," in *JURNAL HIMASAPTA, Vol. 5, No. 1*, 2020.
- [13] S. Erihartanti and I. Sota, "Estimasi Sumberdaya Batubara Berdasarkan Data Well Logging Dengan Metode Cross Section di Pt. Telen Orbit Prima Desa Buhut Kab. Kapuas Kalimantan Tengah," in *Jurnal Fisika FLUX, vol. 12, no. 2*, 2015.
- [14] Y. S. Budi and Y. Yatini, "Korelasi Log Dan Data Laboratorium Untuk Menentukan Kualitas Batubara Di Daerah Bangko Barat, Tanjung Enim, Sumatera Selatan," in *Jurnal Geosaintek, Vol. 7 No. 1 Tahun 2021*, 2021.
- [15] M. Jeremic, *Strata Mechanics in Coal Mining*, A.A, Balkema Rotterdam, 1985.



[16] H. L. Hartman, "SME Mining Engineering Handbook 2nd Edition Volume 1," in *Society for Mining, Metallurgy and Exploration: Colorado*, 1992.

[17] SNI, Pedoman Pelaporan Sumberdaya dan Cadangan Batubara., Jakarta, 1998.

[18] R. Walker, *Facies Models Response to Sea Level Change*, Geological Association of Canada, Canada, 1992.

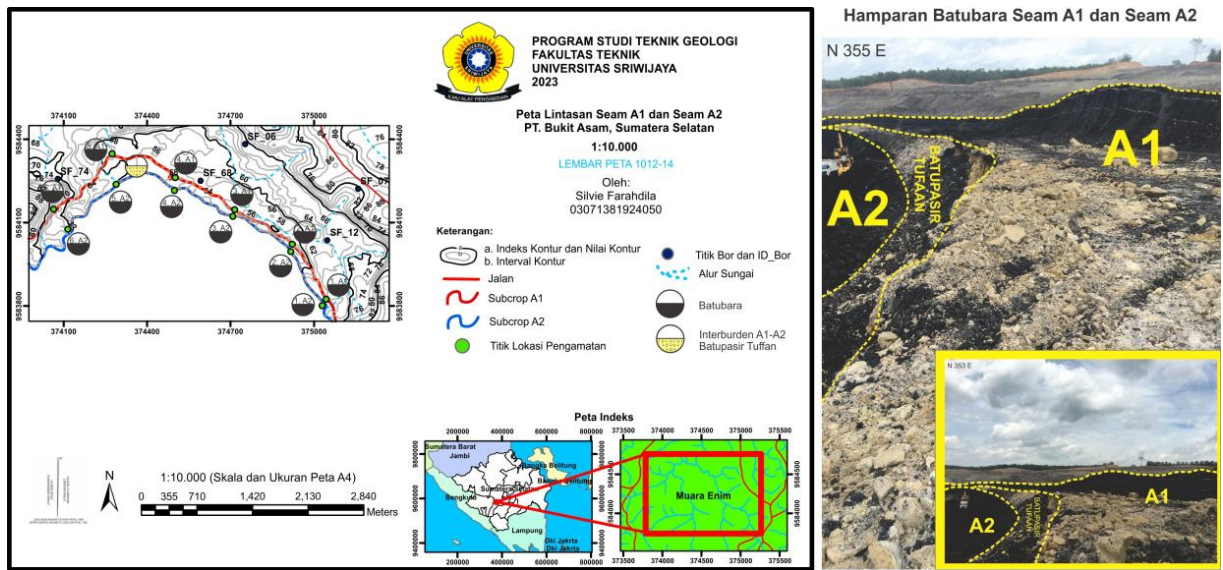
[19] M. Shell, *Geological Map of The South Sumatra Coal Province*, Sumatra, 1978.

[20] BPB Manual, British Petroleum Book, United Kingdom: British company, 1981.

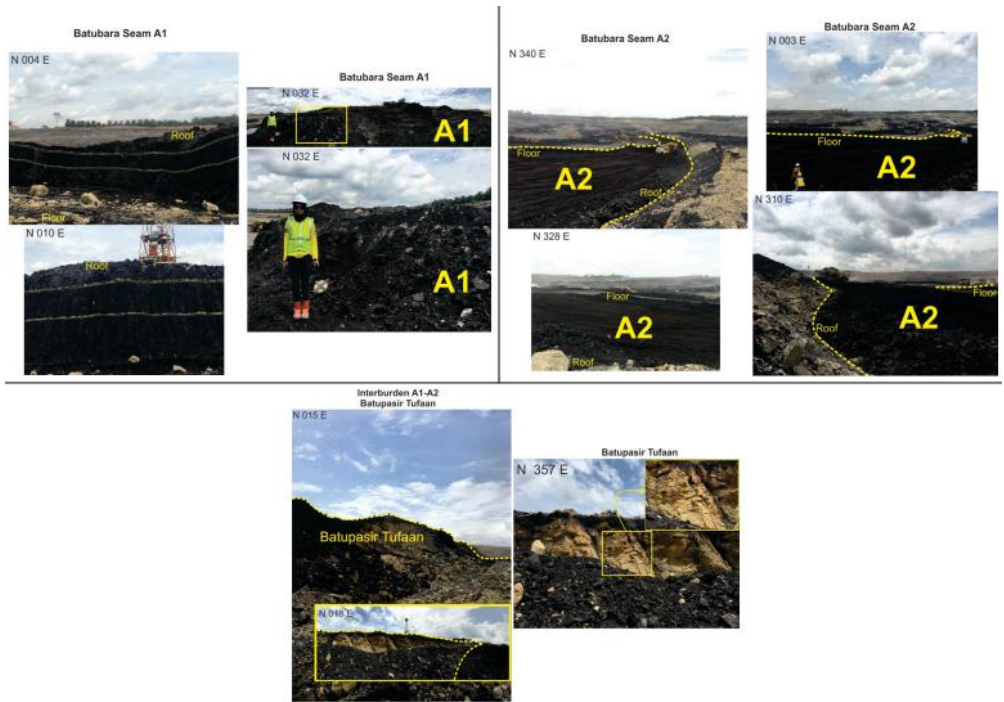
[21] SNI 5015, "Pedoman Pelaporan, Sumberdaya, dan Cadangan Batubara," *Badan Standarisasi Nasional. Jakarta*, 2011.

[22] D. A. Widiarso and F. Nirmala, "Analisa Kualitas Dan Sumberdaya Batubara Lapangan X, PT. Bukit Asam (Persero) Tbk., Tanjung Enim, Sumatera Selatan," in *Jurnal GEOMINERBA Vol.7 No.1 – Juni 2022: 64 - 80, 2022.*

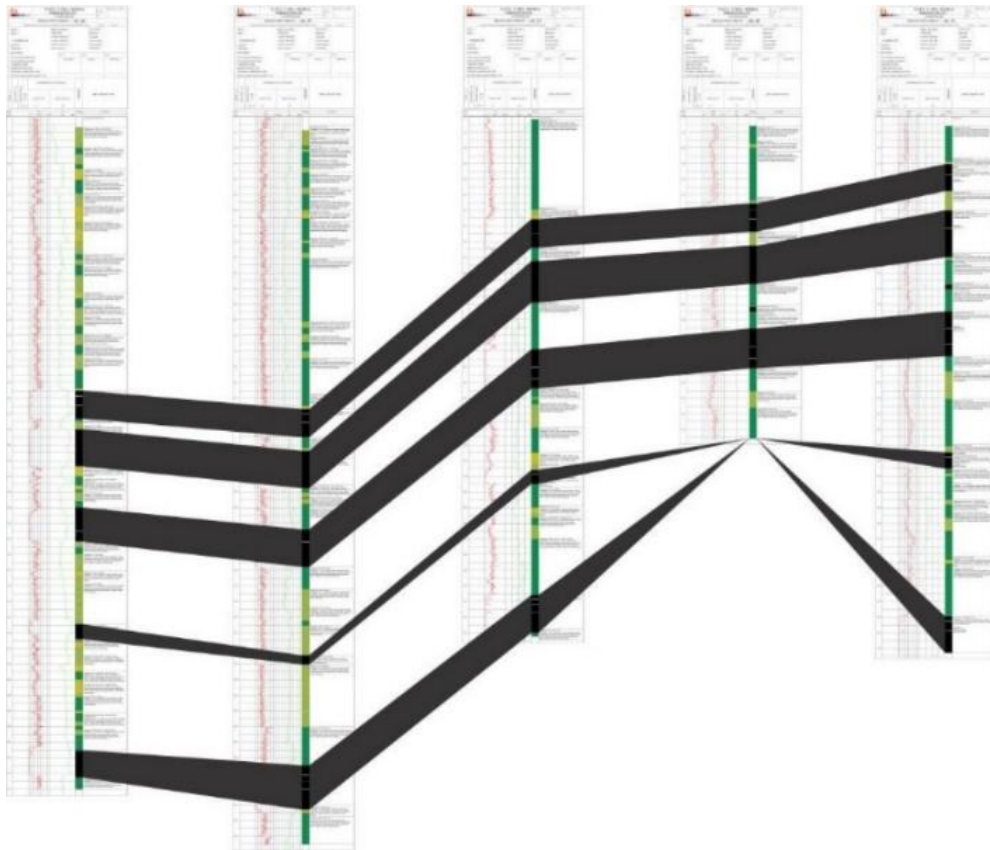
LAMPIRAN



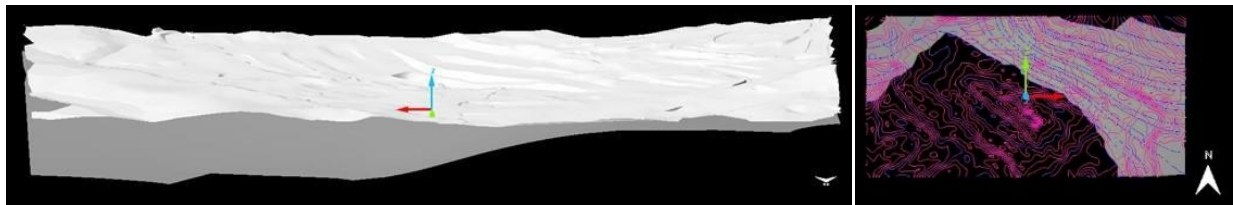
Gambar 1. Peta Lintasan dan Kenampakan Lapangan



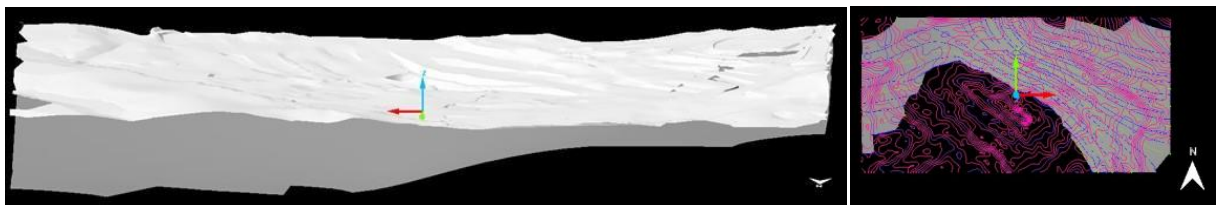
Gambar 2. Batubara Seam A1 dan Seam A2 beserta dengan interburden batupasir tufaan



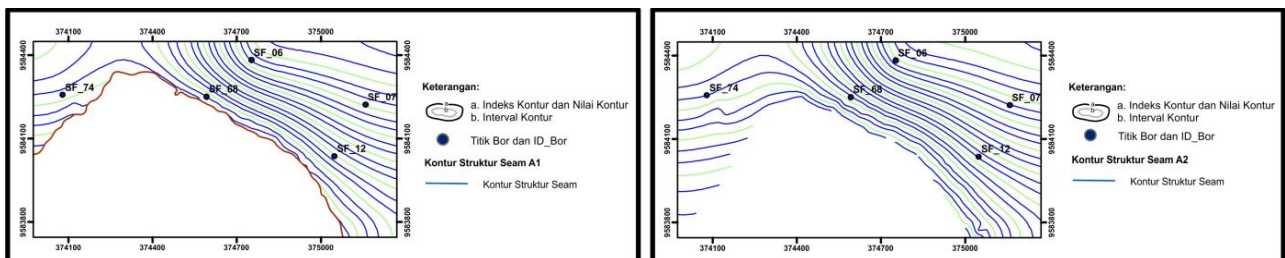
Gambar 3. Korelasi well-logging batubara seam A1, A2, B1, B2 dan C1 (Tanpa Skala)



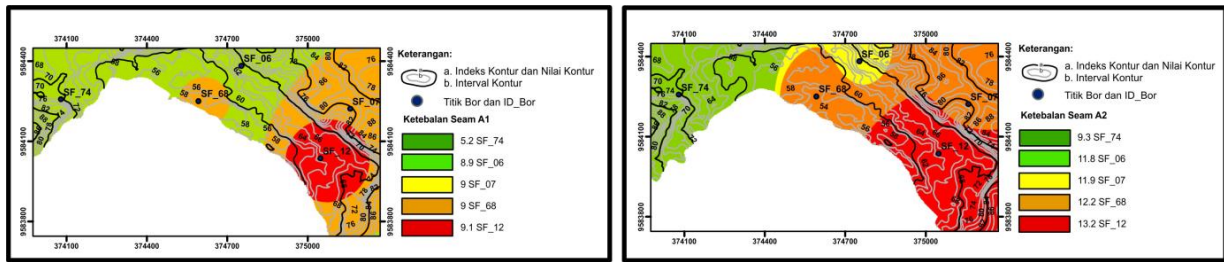
Gambar 4. Permodelan 3D Seam A1



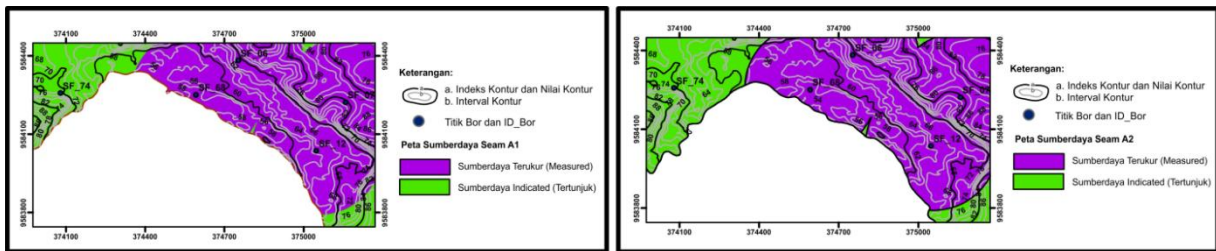
Gambar 5. Permodelan 3D Seam A2



Gambar 6. Peta Kontur Struktur Seam A1 dan Seam A2 Roof, Floor



Gambar 7. Peta ketebalan seam A1 dan seam A2



Gambar 8. Peta Sumberdaya seam A1 dan seam A2

Tabel 1. Tabel Pengamatan Lapangan

Koordinat		Lapisan	Litologi	Seam
X	Y			
A1 48 375045 E	9583824 S	1	Batubara	A1
A2 48 375030 E	9583801 S			A2
A1 48 374923 E	9584021 S	2	Batubara	A1
A2 48 374918 E	9583995 S			A2
A1 48 374716 E	9584146 S	3	Batubara	A1
A2 48 374709 E	9584122 S			A2
A1 48 374502 E	9584261 S	4	Batubara	A1
A2 48 374499 E	9584215 S			A2
A1 48 374275 E	9584347 S	5	Batubara	A1
A2 48 374289 E	9584237 S			A2
A1 48 374065 E	9584147 S	6	Batubara	A1
A2 48 374116 E	9584075 S			A2

Tabel 2. Perhitungan tebal lapisan sebenarnya

Lapisan	Litologi	Seam	Strike	Dip	Slope	Tebal Lapisan (m)	D+S	Sin (D+S)	Koreksi Tebal
1	Batubara	A1	355	18	15	15.6	33	0.54	8.424
	Batupasir Tufaan		318	16	14	6.3	30	0.5	3.15
	Batubara	A2	324	15	11	17.1	26	0.44	7.524
2	Batubara	A1	315	15	12	20.6	27	0.45	9.27
	Batupasir Tufaan		317	13	11	5.1	24	0.41	2.091
	Batubara	A2	337	15	12	41.3	27	0.45	18.585
3	Batubara	A1	316	15	13	20.4	28	0.47	9.588
	Batupasir Tufaan		317	14	11	4.9	25	0.42	2.058
	Batubara	A2	336	16	14	36.3	30	0.5	18.15
4	Batubara	A1	315	16	12	20.6	28	0.47	9.682
	Batupasir Tufaan		314	13	11	6.4	24	0.41	2.624
	Batubara	A2	340	15	13	38.9	28	0.47	18.283
5	Batubara	A1	318	15	12	20.2	27	0.45	9.09
	Batupasir Tufaan		316	13	11	5.3	24	0.41	2.173
	Batubara	A2	342	15	12	36	27	0.45	16.2
6	Batubara	A1	317	17	13	21.5	30	0.5	10.75
	Batupasir Tufaan		315	14	11	6.5	25	0.42	2.73
	Batubara	A2	341	16	13	33.9	29	0.48	16.272



Rata-Rata Ketebalan	
Seam A1	9.5
Tuff	2.5
Seam A2	15.8

Tabel 3. Penentuan Jarak Titik Informasi Sumberdaya

Kondisi Geologi	Kriteria	Sumberdaya		
		Tereka	Tertunjuk	Terukur
Sederhana	Jarak titik informasi (m)	$1000 < x \leq 1500$	$500 < x \leq 1000$	$X \leq 500$
Moderat	Jarak titik informasi (m)	$500 < x \leq 1000$	$250 < x \leq 500$	$X \leq 250$
Kompleks	Jarak titik informasi (m)	$200 < x \leq 400$	$100 < x \leq 200$	$X \leq 100$

Tabel 4. Tabel Perhitungan Ketebalan Seam A1

HOLENAME	EASTING	NORTHING	SEAM	From (m)	To (m)	Thick (m)
SF_06	374753.1	9584381.7	A1	87.60	96.50	8.9
SF_07	375159.5	9584221.3	A1	93.50	102.50	9
SF_12	375049.1	9584035.8	A1	32.80	41.90	9.1
SF_68	374593.7	9584250	A1	27.80	36.80	9
SF_74	374080.3	9584256.7	A1	18.60	23.80	5.2
Rata-rata Ketebalan						8.24

Tabel 5. Tabel Perhitungan Ketebalan Seam A2

HOLENAME	EASTING	NORTHING	SEAM	From (m)	To (m)	Thick (m)
SF_06	374753.1	9584381.7	A2	100.00	111.80	11.8
SF_07	375159.5	9584221.3	A2	106.90	118.80	11.9
SF_12	375049.1	9584035.8	A2	46.20	59.40	13.2
SF_68	374593.7	9584250	A2	41.30	53.50	12.2
SF_74	374080.3	9584256.7	A2	35.70	45.00	9.3
Rata-rata Ketebalan						11.68

Tabel 6. Perhitungan Sumberdaya

Sumberdaya	MEASURED	INDICATED	INFERRED	Total
A1	1.180.912,37	614.813,15	-	1.795.725,52
A2	6.165.848,29	2.007.691,49	-	8.173.539,78
Total Sumberdaya	7.346.760,66	2.622.504,64	-	9.969.265,3

Tabel 7. Perhitungan Sumberdaya Seam Batubara di daerah penelitian

BLOCKNAME	PLANAREA (ha)	MASS (Ton)
A1	53.44	1.795.725,52
MEASURED	38.29	1.180.912,37
INDICATED	15.15	614.813,15
INFERRED	-	-
A2	60.25	8.173.539,78
MEASURED	40.95	6.165.848,29
INDICATED	19.3	2.007.691,49
INFERRED	-	-
Grand Total	113.69	9.969.265,3